



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09270334 A**(43) Date of publication of application: **14.10.97**

(51) Int. Cl.

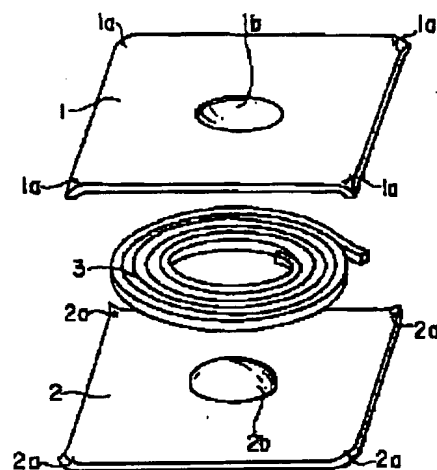
**H01F 17/04****H01F 5/00****H01F 30/00**(21) Application number: **08077543**(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**(22) Date of filing: **29.03.96**(72) Inventor: **MORIYA YASUAKI****(54) PLANE TYPE MAGNETIC ELEMENT AND SWITCHING POWER SOURCE USING THEREOF****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase inductance even in a thin magnetic material and to improve magnetic characteristics, by a constitution wherein a flat coil intervening between a first and a second magnetic materials and a magnetic material disposed on the magnetic path formed in the gap between the first magnetic material and the second magnetic material are provided.

**SOLUTION:** A square-shaped magnetic material 2 is arranged opposing to a square-shaped magnetic material 1, and a coil 3 intervenes between the magnetic material 1 and the magnetic material 2 through an insulator. Also, the four corner parts of the magnetic material 1 are bent toward the magnetic material 2, the four corner parts of the magnetic material 2 are bent toward the magnetic material 1, and a bent parts 1a and 2a are brought into contact with each other. Besides, a recessed part 1b of the magnetic material 1, facing to the coil 3, is formed and a recessed part 2b of the material 2, facing to inside of the part opposing to the inner circumference of the coil 3, are formed. These

recessed parts 1b and 2b are brought into contact with each other. As a result, a leakage magnetic flux can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-270334

(43) 公開日 平成9年(1997)10月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 F 17/04

5/00

30/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 F 17/04

5/00

31/00

技術表示箇所

F

F

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-77543

(22) 出願日

平成8年(1996)3月29日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 森谷 泰明

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

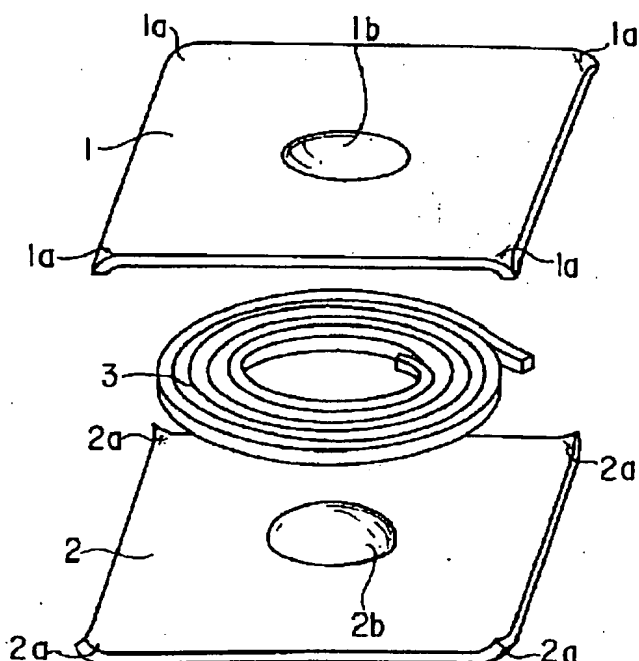
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 平面型磁気素子およびそれを用いたスイッチング電源

(57) 【要約】

【課題】 本発明は優れた薄型を維持しつつ高い自己インダクタンスを有する平面型磁気素子を提供することを課題とする。

【解決手段】 第一の磁性体1と、導体からなる平面形のコイル3と、第一の磁性体1とともにコイル3を挟持する第二の磁性体2と、コイル3、第一の磁性体1および第二の磁性体2の間隙に形成される磁路に存在する磁性体とを具備することを特徴する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一の磁性体と、導体からなる平面形のコイルと、前記第一の磁性体とともに前記平面形のコイルを挟持する第二の磁性体と、前記コイル、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路に存在する磁性体とを具備することを特徴する平面型磁気素子。

【請求項2】 第一の磁性体と、導体からなる平面形のコイルと、前記第一の磁性体とともに前記平面形のコイルを挟持する第二の磁性体と、前記コイル、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路に存在し前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の少なくとも一方に一体に形成された磁性体とを具備することを特徴する平面型磁気素子。

【請求項3】 第一の磁性体と、導体からなる平面形のコイルと、前記第一の磁性体とともに前記平面形のコイルを挟持する第二の磁性体と、前記コイル、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路に存在し前記第一の磁性体および前記第二の磁性体とは別体であるとともに前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の少なくとも一方に固着された磁性体とを具備することを特徴する平面型磁気素子。

【請求項4】 前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路は、前記コイルの内周側、外周側および前記コイルの内周側と外周側の少なくともひとつであることを特徴する請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の平面型磁気素子。

【請求項5】 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の平面型磁気素子を用いたことを特徴とするスイッチング電源。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は平面型磁気素子およびそれを用いたスイッチング電源に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、各種電子機器では、小形化、軽量化が進められており、これに伴い電子機器に搭載されているスイッチング電源も小形化の要求が高まっている。従来、このようなスイッチング電源に使用されている磁気素子としてのチョークコイルやトランスには、フェライトを用いて形成されたいわゆるEIコアやPQドラムなどの各種形状のもの、あるいは非晶質磁性合金薄帯を巻回したコアを用いたものなどが使用されている。

【0003】 ところが、これら従来の磁気素子は、薄型化には限界があり、電子機器の小形化に応えられないことが多い。そこで、最近ではチョークコイルやトランスなどの磁気素子を平面型にすることが試みられている。

【0004】 すなわち、この磁気素子は第一の磁性体と、この第一の磁性体上に配置された導体からなる平面形のコイルと、この平面形のコイル上に配置された第二

の磁性体とを組み合わせて構成したものであり、以前の磁気素子に比較して大幅に薄型化されて、電子機器の小形化に寄与している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このような従来の平面型磁気素子は、自己が有するインダクタンスLの大きさには限界があり、電子機器のスイッチング電源に使用されている磁気素子として、さらに高いインダクタンスLを有することが要求されている。

【0006】 本発明は前記事情に基づいてなされたもので、優れた薄型を維持しつつ高い自己インダクタンスを有する平面型磁気素子およびそれを用いたスイッチング電源を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明の平面型磁気素子は、第一の磁性体と、導体からなる平面形のコイルと、前記第一の磁性体とともに前記平面形のコイルを挟持する第二の磁性体と、前記コイル、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路に存在する磁性体とを具備することを特徴する。

【0008】 また、請求項2の発明の平面型磁気素子は、第一の磁性体と、導体からなる平面形のコイルと、前記第一の磁性体とともに前記平面形のコイルを挟持する第二の磁性体と、前記コイル、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路に存在し前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の少なくとも一方に一体に形成された磁性体とを具備することを特徴する。

【0009】 さらに、請求項3の発明の平面型磁気素子は、第一の磁性体と、導体からなる平面形のコイルと、前記第一の磁性体とともに前記平面形のコイルを挟持する第二の磁性体と、前記コイル、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路に存在し前記第一の磁性体および前記第二の磁性体とは別体であるとともに前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の少なくとも一方に固着された磁性体とを具備することを特徴する。

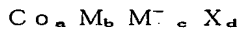
【0010】 さらにまた、請求項4の発明の平面型磁気素子は、前記第一の磁性体および前記第二の磁性体の間隙に形成される磁路は、前記コイルの内周側、外周側および前記コイルの内周側と外周側の少なくともひとつであることを特徴する。

【0011】 さらにまた、請求項5の発明のスイッチング電源は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の平面型磁気素子を用いたことを特徴とする。請求項1の発明ないし請求項4の発明の平面型磁気素子において、第一の磁性体および第二の磁性体と、磁路に配置される磁性体を構成する磁性体は、なんら限定されるものではないが、例えばパーマロイ、コバルト(Co)基非晶質磁性合金や鉄(Fe)基非晶質磁性合金などの非晶質磁

性合金、または微細結晶を析出させたFe基軟磁性合金(Fe基微細結晶合金と称する)などを使用することが可能である。

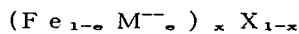
【0012】これらの合金において、パーマロイ、非晶質磁性合金、Fe基微細結晶合金は、薄帯を複数枚積層させたものを使用する。この際、薄帯をそのまま積層しても良いが、薄帯間に絶縁層を介在させても良い。

【0013】前記非晶質磁性合金、Fe基微細結晶合金の具体的一例を示すと、下記の通りとなる。Co基非晶質磁性合金として、例えば、下記一般式、



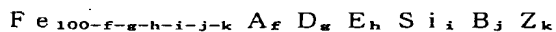
(但し、式中MはFeおよびMnから選ばれる1種または2種の元素を、M'はMn以外の遷移金属から選ばれる1種または2種以上の元素を、XはSi、B、PおよびCから選ばれた1種または2種以上の元素を示している。a、b、c、dは夫々原子%で、 $60 \leq a \leq 80$ 、 $0 \leq b \leq 10$ 、 $0 \leq c \leq 10$ 、 $a+b+c+d=100$ を満足する式である。)で組成が実質的に表されるものが例示される。前記のM'としては、Cr、Ni、Nb、Mo、W、Zr、Ti、V、Ta、Hf、Re、Cu、Yなどが好ましく用いられる。

【0014】また、Fe非晶質磁性合金としては、例えば、下記一般式、



(但し、式中M'は、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni、Zr、Nb、Mo、Ru、Hf、Ta、W、Reおよび希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素を、XはSi、B、PおよびCから選ばれた1種または2種以上の元素を示す。e、xは夫々 $0 \leq e \leq 0.1$ 、 $2, 70 \leq x \leq 85$ (原子%)を満足する式である。)で組成が実質的に表されるものが例示される。

【0015】また、Fe基微細結晶合金としては、例えば、下記一般式、



(但し、式中AはCuおよびAuから選ばれる1種または2種の元素を、Dは4A族元素、5A族元素、6A族元素および希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素を、EはMn、Al、Ga、Ge、In、Snおよび白金族元素から選ばれる1種または2種以上の元素を、ZはC、NおよびPから選ばれる1種または2種以上の元素を夫々示している。f、g、h、i、j、kは夫々原子%で、 $0.1 \leq f \leq 8.0$ 、 $0.1 \leq g \leq 1.5$ 、 $0 \leq h \leq 10$ 、 $0 \leq i \leq 2.5$ 、 $1 \leq j \leq 12.0$ 、 $0 \leq k \leq 10$ 、 $1 \leq f+g+h \leq 30$ を満足する式である。)で組成が実質的に表され、平均結晶粒径が50nm以下の微細結晶を有するものが例示される。

【0016】コイルを形成する導体としては、例えば銅、金、銀、アルミニウムなどの単金属、あるいはそれらを基とする合金などの導電率が高い金属材料を採用することが可能である。

【0017】請求項1の発明の平面型磁気素子では、平面型のコイルと、この平面型のコイルを挟む第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路に、磁性体が存在している。

【0018】このような形成によれば、磁性体が第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路の空気部分を埋めることにより、この磁路における漏洩磁束が減少する。このため、平面型磁気素子は薄型を保ちながらインダクタンスLが増大して磁気特性が向上する。

10 【0019】この請求項1の発明の平面型磁気素子における磁路の磁性体の配置の具体的な態様は、請求項4の発明の適用によって挙げられる。それによると、ひとつはコイルの内周側に形成される磁路と、コイルの外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が設けられる。あるいは、コイルの内周側に形成される磁路に磁性体が設けられる。コイルの外周側に形成される磁路に磁性体が設けられる。

20 【0020】コイルの内周側に形成される磁路と、コイルの外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が設けられると、コイルの内周側および外周側の両方の磁路において漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子におけるインダクタンスLを大きく増大することができる。

【0021】また、コイルの内周側に形成される磁路、あるいはコイルの外周側に形成される磁路に磁性体が設けられても、コイルの内周側あるいは外周側の磁路において漏洩磁束を減少させて、平面型磁気素子における自己インダクタンスを増大することに寄与できる。

30 【0022】磁性体の形状を、コイルの内周および外周の周方向に沿う環状にすると、コイルの内周側および外周側に形成される磁路を、コイルの内周側および外周側の周方向全体において埋めて漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子における自己インダクタンスを大きく増大することができる。

40 【0023】磁性体をコイルの内周および外周の周方向に複数個分散して配置しても、コイルの内周側および外周側に形成される磁路を、コイルの内周側および外周側の周方向の広い範囲にわたって埋めて漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子における自己インダクタンスを増大する上で寄与する。

【0024】なお、磁性体は第一の磁性体および第二の磁性体の両方に接触すると、第一の磁性体および第二の磁性体の間隙の磁路を結ぶ磁路を埋める効果が充分に大きい。第一の磁性体および第二の磁性体の磁路の少なくとも一方に接触しているだけでも、磁路を埋める効果は大きい。

50 【0025】請求項2の発明の平面型磁気素子では、コイル、第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路に、第一の磁性体および第二の磁性体の少なくとも一方に一体に形成された磁性体が存在している。

【0026】このような構成によれば、磁性体が第一の磁性体および第二の磁性体を結んでそれらの間隙に形成される磁路の空気部分を埋めることにより、この磁路における漏洩磁束が減少する。このため、平面型磁気素子における自己インダクタンスが増大して磁気特性が向上する。そして、この発明では、第一の磁性体および第二の磁性体を成形する時に磁路に存在する磁性体を一緒に成形することができ、磁性体の成形が容易である。

【0027】この請求項2の発明の平面型磁気素子の磁路における磁性体の配置の具体的な態様は、請求項4の発明の適用によって挙げられる。それによると、ひとつはコイルの内周側に形成される磁路と、コイルの外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が設けられる。あるいは、コイルの内周側に形成される磁路に磁性体が設けられる。コイルの外周側に形成される磁路に磁性体が設けられる。これらの態様に基づく効果は請求項1における場合と同じである。

【0028】そして、磁性体は第一の磁性体および第二の磁性体の両方に分けて形成される、あるいは第一の磁性体または第二の磁性体にのみ形成される。また、磁性体は第一の磁性体および第二の磁性体の両方に接触し、または一方に接触する。

【0029】請求項3の発明の平面型磁気素子では、コイル、第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路に、第一の磁性体および第二の磁性体とは別体であるとともに第一の磁性体および前記第二の磁性体の少なくとも一方に固着された磁性体が存在している。

【0030】このような構成によれば、磁性体が第一の磁性体および第二の磁性体を結んで形成される磁路の空気部分を埋めることにより、この磁路における漏洩磁束が減少する。

【0031】このため、平面型磁気素子におけるインダクタンスLが増大して磁気特性が向上する。そして、この発明では、第一の磁性体および第二の磁性体をコイルに接着する時に、一緒に磁性体を第一の磁性体および第二の磁性体の磁路の少なくとも一方に接着することができ、平面型磁気素子の製作が容易である。

【0032】この請求項3の発明の磁路における磁性体の配置の具体的な態様は、請求項4の発明の適用によって挙げられる。それによると、ひとつはコイルの内周側に形成される磁路と、コイルの外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が位置する。あるいは、コイルの内周側に形成される磁路に磁性体が位置する。あるいは、コイルの外周側に形成される磁路に磁性体が位置する。

【0033】そして、磁性体は第一の磁性体および第二の磁性体の両方に固着される。あるいは第一の磁性体または第二の磁性体にのみ固着される。また、磁性体は第一の磁性体および第二の磁性体の両方に接触し、または一方に接触する。

【0034】

【発明の実施の形態】請求項2の発明の平面型磁気素子の実施の形態について図1ないし図3を参照して説明する。ここで、図1は請求項2の発明の一実施の形態における平面型磁気素子を示す分解斜視図、図2は図1の実施の形態における平面型磁気素子を示す斜視図、図3は請求項2の発明の磁路に存在させる磁性体の態様を変化させた平面型磁気素子を示す中心線を通して切断した断面図である。

【0035】以下に述べる各実施の形態は角形の磁性体を用いた平面型磁気素子を対象にしている。図1、図2および図3(a)はこの発明の第一の実施の形態を示している。この実施の形態は、コイルの内周側に形成される磁路と、コイルの外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が存在するものである。

【0036】図中1は四角形をなす第一の磁性体、2は第一の磁性体1と対向して配置された第二の磁性体である。これら第一および第二の磁性体1、2を形成する材料としては前述した各合金が挙げられるが、後述するように第一および第二の磁性体1、2は曲げ加工されるので、曲げ加工が容易な金属材料、例えばパーマロイで形成することが好ましい。

【0037】3はコイルで、これは導体を例えば円形に巻回したものである。4、5は絶縁体で、例えばポリイミドフィルムで形成されている。コイル3は絶縁体4、5を介して第一磁性体1と第二の磁性体2に挟まれている。第一磁性体1と第二の磁性体2と絶縁体4、5、コイル3と絶縁体4、5は夫々絶縁性接着剤（図面では絶縁性接着剤は省略されている）により接着されている。コイル3の導体に通電することにより、その内周部および外周部においてコイル3、第一の磁性体1および第二の磁性体2を結ぶ磁路が形成される。

【0038】また、第一の磁性体1の四隅の角部は第二の磁性体2に向けて折り曲げられ、第二の磁性体2の四隅の角部は第一の磁性体1に向けて折り曲げられており、第一の磁性体1の四隅の折り曲げ部1aと第二の磁性体2の四隅の折り曲げ部2aとが相互に接触している。

【0039】さらに、第一の磁性体1におけるコイル3の内周部に対向する部分が内側に向けた凹入部1bが形成され、第二の磁性体2におけるコイル3の内周部に対向する部分が内側に向けた凹入部2bが形成されており、これら第一の磁性体1の凹入部1bと第二の磁性体2の凹入部2bとが相互に接触している。

【0040】これら第一の磁性体1の四隅角部に一体に形成された折り曲げ部1aとこれに接触する第二の磁性体2の四隅角部に一体に形成された折り曲げ部2aは磁性体であり、コイル3の外周側においてコイル3、第一の磁性体1および第二の磁性体2を結んで形成される磁路に存在して、この磁路の空気部分を埋めることとなる。

【0041】また、第一の磁性体1の凹入部1bとこれに接触する第二の磁性体2の凹入部2bは磁性体であり、コイル3の内周側においてコイル3、第一の磁性体1および第二の磁性体2の間隙に形成される磁路に存在して、この磁路の空気部分を埋めることになる。

【0042】この実施の形態の構成では、コイル3の内周側に形成される磁路と、コイル3の外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が設けられているので、コイル3の内周側および外周側の両方の磁路において漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子における自己

のインダクタンスLを大きく増大することができる。【0043】また、この実施の形態は、磁性体をコイル3の内周および外周の周方向に複数個分散して配置して、コイル3の内周側および外周側に形成される磁路を、コイル3の内周側および外周側の周方向の広い範囲にわたって埋めて漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子におけるインダクタンスLを増大する上で大きく寄与する。

【0044】このため、平面型磁気素子は薄型を保ちながらインダクタンスLを増大して磁気特性が向上する。そして、この発明では、第一の磁性体1および第二の磁性体2を成形する時に磁路に存在する磁性体を一緒に成形することができ、磁性体の成形が容易である。

【0045】図3(b)は第二の実施の形態を示している。図3(b)において図3(a)と同じ部分は同じ符号を付して示している。この実施の形態は第一の磁性体1および第二の磁性体2の中央部に凹入部1b、2bを形成したものである。

【0046】第一の磁性体1の凹入部1bとこれに接触する第二の磁性体2の凹入部2bは磁性体であり、コイル3の内周側においてコイル3、第一の磁性体1および第二の磁性体2の間隙に形成される磁路に存在している。

【0047】図3(c)は第三の実施の形態を示している。図3(c)において図3(a)と同じ部分は同じ符号を付して示している。この実施の形態は第一の磁性体1および第二の磁性体2の四隅の角部に折り曲げ部1a、2aを形成したものである。

【0048】第一の磁性体1の四隅の折り曲げ部1aとこれに接触する第二の磁性体2の四隅の折り曲げ部2aは磁性体であり、コイル3の外周側においてコイル3、第一の磁性体1および第二の磁性体2を結んで形成される磁路に存在している。

【0049】このようにコイル3の内周側に形成される磁路、あるいはコイル3の外周側に形成される磁路に磁性体が設けられ態様であっても、コイル3の内周側あるいは外周側の磁路において漏洩磁束を減少させて、平面型磁気素子におけるインダクタンスを増大することに寄与できる。

【0050】なお、本発明は前述した実施の形態に限定

されず、種々変形して実施することができる。例えば、前述した実施の形態では第一の磁性体1に形成した磁性体と第二の磁性体2に形成した磁性体とを相互に接触して、磁路を埋める効果を高めているが、これに限定されずに、両者が離れていても優れた効果を得ることができる。前述した実施の形態では磁性体として第一の磁性体1および第二の磁性体2の両方に折り曲げ部1a、2a、1b、2bを形成しているが、この態様に限定されず、第一の磁性体1または第二の磁性体2のいずれか一方のみに折り曲げ部および/または凹入部を形成して良い。

【0051】また、一の磁性体または第二の磁性体にその外周部全体に磁性体として折り曲げ部を形成し、これら第一の磁性体または第二の磁性体の各折り曲げ部を相互に接触することも可能である。この場合には、第一の磁性体または第二の磁性体を四角形であっても良いが、円形にする方が加工が容易である。

【0052】このように磁性体の形状を、コイル13の内周および外周の周方向に沿う環状にすると、コイル13の内周側および外周側に形成される磁路を、コイル13の内周側および外周側の周方向全体において埋めて漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子における自己インダクタンスを大きく増大することができる。

【0053】次に請求項3の発明の平面型磁気素子の実施の形態について図4を参照して説明する。図4は請求項3の発明の磁路に存在させる磁性体の態様を変化させた平面型磁気素子を示す中心線を通して切断した断面図である。

【0054】図4(a)は本発明の第一の実施の形態を示している。図中11は第一の磁性体、12は第二の磁性体であり、これらは磁性体11、12は四角形または円形をなしている。第一の磁性体11と第二の磁性体12は、パーマロイ、非晶質磁性合金、あるいはFe基微細結晶合金で形成されている。

【0055】13は導体を円形または四角形に巻回してなるコイルである。コイル13は第一の磁性体11と第二の磁性体12との間に配置され、後述するところの磁性体粉末15を分散して含有した絶縁性接着剤14により接着されている。

【0056】この実施の形態では磁性体粉末15を分散して含有した絶縁性接着剤14は、コイル13と第一の磁性体11および第二の磁性体12の間に充填されて、コイル13と第一の磁性体11および第二の磁性体12とを接着する。

【0057】さらに、絶縁性接着剤14は、第一の磁性体11と第二の磁性体12との間においてコイル13の内周側の空間部の全体を埋めて充填されており、また第一の磁性体11と第二の磁性体12との間においてコイル13の外周側の全周にわたって充填されて、第一の磁

性体 11 と第二の磁性体 12 とを接着している。

【0058】絶縁性接着剤 14 はコイル 13 と第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 とを電氣的に絶縁することが要求される。また、絶縁性接着剤 14 に分散して含有された磁性体粉末 15 は、コイル 13、第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 を結んで形成された磁路に位置して、この磁路における空気部分を減少する役目を有する第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 とは別体をなす磁性体の一例である。このため、磁性体粉末 15 はその役目を達成するように大きさ、分散密度を設定する。

【0059】ただし、磁性体粉末 15 の役目を達成するように大きさ、分散密度を設定すると、コイル 13 と第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間の電氣的絶縁を図る絶縁性接着剤 14 の絶縁性を阻害することがある。

【0060】この場合には、コイル 13 と第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間には磁性体粉末 15 を含まない絶縁性接着剤を使用する、コイル 13 に用いる導体の表面に絶縁層を形成するなどの方法を採用する。

【0061】このような構成では、第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間においてコイル 13 の内周側に充填された絶縁性接着剤 14 に含有される磁性体粉末 15 は、コイル 13 の内周側において形成される各磁路の一部に存在して各磁路における空気部分を埋める。

【0062】また、第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間においてコイル 13 の外周側に充填された絶縁性接着剤 14 に含有される磁性体粉末 15 は、コイル 13 の外周側において形成される各磁路の一部に存在して各磁路における空気部分を埋める。

【0063】このため、コイル 13 の内周側に形成される磁路と、コイル 13 の外周側に形成される磁路の両方に夫々磁性体が存在して、コイル 13 の内周側および外周側の両方の磁路において漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子におけるインダクタンス  $L$  を大きく増大することができる。

【0064】磁性体粉末 15 を分散して含有した絶縁性接着剤 14 が第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間においてコイル 13 の内周および外周の周方向に沿って環状に充填され、磁性体である磁性体粉末 15 はコイル 13 の内周側および外周側の円周方向全体にわたって配置される。

【0065】このため、コイル 13 の内周側および外周側に形成される磁路をコイル 13 の周方向全体において埋めて漏洩磁束を減少することができ、平面型磁気素子における自己インダクタンスを大きく増大することができる。

【0066】さらに、磁性体粉末 15 を分散して含有した絶縁性接着剤 14 は第一の磁性体 11 および第二の磁

性体 12 の両方に固着されているので、コイル 13 の磁路の空気部分を一層充分に埋めて漏洩磁束を減少することがことができる。

【0067】そして、この発明では、第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 をコイル 13 に接着する時に、一緒に磁性体を第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 の少なくとも一方に接着することができ、平面型磁気素子の製作が大変容易となる。図 4 (b) は第二の実施の形態を示している。図 4 (b) において図 4 (a) と同じ部分は同じ符号を付して示している。この実施の形態は磁性体粉末 15 を分散して含有した絶縁性接着剤 14 が第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間においてコイル 13 の内周側のみに充填されている。これにより絶縁性接着剤 14 に含有される磁性体粉末 15 は、コイル 13 の内周側において形成される各磁路の一部に存在している。

【0068】図 4 (c) は第三の実施の形態を示している。図 3 (c) において図 3 (a) と同じ部分は同じ符号を付して示している。この実施の形態は磁性体粉末 15 を分散して含有した絶縁性接着剤 14 が、第一の磁性体 11 および第二の磁性体 12 との間においてコイル 13 の外周側のみに充填されている。これにより絶縁性接着剤 14 に含有される磁性体粉末 15 は、コイル 13 の外周側において形成される各磁路の一部に存在している。

【0069】このようにコイル 13 の内周側に形成される磁路、あるいはコイルの外周側に形成される磁路に磁性体が位置しても、コイル 13 の内周側あるいは外周側の磁路において漏洩磁束を減少させて、平面型磁気素子におけるインダクタンス  $L$  を増大することに寄与できる。

【0070】なお、本発明は前述した実施の形態に限定されず、種々変形して実施することができる。前述した実施の形態において磁性体粉末 15 を分散して含有した絶縁性接着剤 14 は、第一の磁性体および第二の磁性体のいずれか一方に固着するのみでも良い。

【0071】磁性体粉末 15 を分散して含有した絶縁性接着剤 14 は、コイル 13 の内外周の円周方向全体に充填せずに、円周方向に間隔を存して充填しても良い。前述した実施の形態では、第一の磁性体または第二の磁性体とは別体の磁性体として絶縁性接着剤に含有された磁性体粉末を用いているが、これに限定されず、例えばフェライト等を用いることができる。

【0072】次に具体的な例について説明する。

具体例 1

81Ni-6Mo-0.6Mn-残部Fe からなる組成で、板厚 25  $\mu$ m、縦 11mm、横 11mm の四角形のパーマロイ板を 5 枚積層した第一の磁性体および第二の磁性体の間に、ポリエステルで覆われた高さ 0.5mm、幅 0.07mm の Cu からなる導体を 30 ターン巻回するこ

とにより得られた内径4mm、外径10mmのコイルをポリイミドフィルムを介して挟み、これらを接着剤としてエポキシ樹脂を用いて接着した。

【0073】そして、第一の磁性体および第二の磁性体の各四隅の角部に折り曲げ部を夫々形成して相互に接触し、且つ第一の磁性体および第二の磁性体の各中央部に凹入部を夫々形成して相互に接触する。このようにしてコイルの内外側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態1）を作製した。また、第一の磁性体および第二の磁性体の各中央部に凹入部を夫々形成して相互に接触することにより、コイルの内側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態2）を作製した。また、第一の磁性体および第二の磁性体の各四隅の角部に折り曲げ部を夫々形成して相互に接触することにより、コイルの外側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態3）を作製した。

【0074】これら各形式の平面型磁気素子を各個作製して、LCRメータでインダクタンス値を測定した。この時の測定条件は100KHz、0.1Vである。また、容量は0.5Aである。この測定結果を表1に示す。なお、比較例として従来の第一の磁性体と第二の磁性体の間隙に形成される磁路に磁性体を存在させないこと以外は上記と同様の構成の平面型磁気素子（比較例1）に関しても同様にインダクタンス値を測定した。その結果も併せて表1に示す。

【0075】

【表1】

	インダクタンス値L (uH)
実施例1	41.2
実施例2	37.5
実施例3	37.0
比較例1	30.8

【0076】この測定結果によれば、高いインダクタンス値を得ることができることが判る。

#### 具体例2

Co基非晶質合金であるCo<sub>75.3</sub>、Fe<sub>4.7</sub>、Si<sub>4</sub>、B<sub>16</sub>組成で、板厚25μm、縦11mm、横11mmの四角形のアモルファス板を5枚積層した第一の磁性体および第二の磁性体の間に、ポリエステルで被われた高さ0.5mm、幅0.07mmのCuからなる導体とを30ターン巻回することにより得られた内径4mm、外径10mmのコイルをポリイミドフィルムを介して挟んだ。

【0077】そして、磁性粉末を分散含有したエポキシ樹脂接着剤を、第一の磁性体および第二の磁性体とコイルとの間、第一の磁性体および第二の磁性体との間におけるコイルの内周側およびコイルの外周側に夫々充填し

て全体を接着した。このようにしてコイルの内外側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態4）を作製した。また、第一の磁性体および第二の磁性体とコイルとの間、第一の磁性体および第二の磁性体との間におけるコイルの内周側に充填して全体を接着して、コイルの内側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態5）を作製した。また、第一の磁性体および第二の磁性体とコイルとの間、第一の磁性体および第二の磁性体との間におけるコイルの外周側に充填して全体を接着して、コイルの外側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態6）を作製した。

【0078】これら各形式の平面型磁気素子を各個作製して、LCRメータでインダクタンス値を測定した。この時の測定条件は100KHz、0.1Vである。また、容量は0.5Aである。この測定結果を表2に示す。

【0079】なお、比較例として、従来の第一の磁性体と第二の磁性体の間隙にう形成される磁路に磁性体を存在させないこと以外は上記と同様の構成の平面型磁気素子（比較例2）に関しても同様にインダクタンス値を測定した。その結果も併せて表2に示す。

【0080】

【表2】

	インダクタンス値L (uH)
実施例4	45.6
実施例5	39.1
実施例6	40.2
比較例2	33.7

【0081】この測定結果によれば高いインダクタンス値を得ることができることが判る。

#### 具体例3

Fe基非晶質合金であるCo<sub>2</sub>、Fe<sub>77</sub>、Ba、Si<sub>13</sub>組成で、板厚25μm、縦20mm、横20mmの四角形のアモルファス板を5枚積層した第一の磁性体および第二の磁性体の間に、ポリエステルで覆われた高さ1.0mm、幅0.15mmのCuからなる導体を30ターン巻回することにより得られた内径4mm、外径20mmのコイルをポリイミドフィルムを介して挟んだ。

【0082】そして、磁性粉末を分散含有したエポキシ樹脂接着剤を、第一の磁性体および第二の磁性体とコイルとの間、第一の磁性体および第二の磁性体との間におけるコイルの内周側およびコイルの外周側に夫々充填して全体を接着した。このようにしてコイルの内外側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態7）を作製した。また、第一の磁性体および第二の磁性体とコイルとの間、第一の磁性体および第二の磁性体との間における



るコイルの内周側に充填して全体を接着して、コイルの内側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態8）を作製した。また、第一の磁性体および第二の磁性体とコイルとの間、第一の磁性体および第二の磁性体との間におけるコイルの外周側に充填して全体を接着して、コイルの外側に磁性体が存在する平面型磁気素子（実施の形態9）を作製した。

【0083】これら各形式の平面型磁気素子を各個作製して、LCRメータでインダクタンス値を測定した。この時の測定条件は100KHz、0.1Vである。また、容量は3.0Aである。この測定結果を表3に示す。

【0084】なお、比較例として、従来の第一の磁性体と第二の磁性体の間隙に形成される磁路に磁性体を存在させないこと以外は上記と同様の構成の平面型磁気素子（比較例3）に関しても同様にインダクタンス値を測定した。その結果も併せて表3に示す。

【0085】

【表3】

	インダクタンス値L (μH)
実施例7	36.1
実施例8	32.4
実施例9	33.5
比較例3	25.4

【0086】この測定結果によれば高いインダクタンス値を得ることができることが判る。上記実施の形態1～9の平面型磁気素子をスイッチング電源に使用したところ、優れた特性を有するスイッチング電源が得ることができた。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明の平面型磁気素子によれば、平面型のコイルと、この平面型のコイルを挟む第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路に、磁性体が存在しているので、磁性体が第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路の空気部分を埋めることにより、この磁路における漏洩磁束が減少する。このため、平面型磁気素子は薄型を保ちつつインダクタンスを増大して磁気特性を向上することができる。

【0088】請求項2の発明の平面型磁気素子によれば、コイル、第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路に、第一の磁性体および第二の磁性体の少なくとも一方により形成された磁性体が存在している

ので、磁路における漏洩磁束が減少する。このため、平面型磁気素子は薄型を保ちつつインダクタンスを増大して磁気特性を向上することができる。そして、この発明では、第一の磁性体および第二の磁性体を成形する時に磁路に存在する磁性体を一緒に成形することができ、磁性体の成形が容易である。

【0089】請求項3の発明の平面型磁気素子によれば、コイル、第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路に、第一の磁性体および第二の磁性体とは別体であるとともに第一の磁性体および前記第二の磁性体の少なくとも一方に固着された磁性体が存在しているので、磁性体が第一の磁性体および第二の磁性体の間隙に形成される磁路の空気部を埋めることにより、この磁路における漏洩磁束が減少する。このため、平面型磁気素子は薄型を保ちつつインダクタンスを増大して磁気特性を向上することができる。そして、この発明では、第一の磁性体および第二の磁性体をコイルに接着する時に、一緒に磁性体を第一の磁性体および第二の磁性体磁路の少なくとも一方に接着することができ、平面型磁気素子の製作が容易である。

【0090】請求項4の発明の平面型磁気素子によれば、請求項2、3の平面型磁気素子において磁路に設ける磁性体の具体的な位置を提示することができる。請求項5の発明のスイッチング電源によれば、優れた特性を有するスイッチング電源を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項2の発明の一実施の形態における平面型磁気素子を示す分解斜視図。

【図2】同じ実施の形態における平面型磁気素子を示す斜視図。

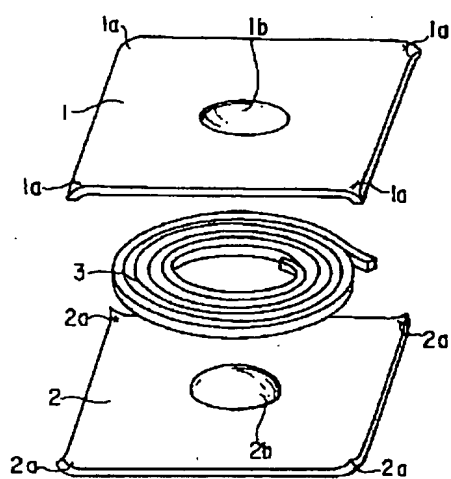
【図3】請求項2の発明の各実施の形態における平面型磁気素子を示す断面図。

【図4】請求項3の発明の各実施の形態における平面型磁気素子を示す断面図。

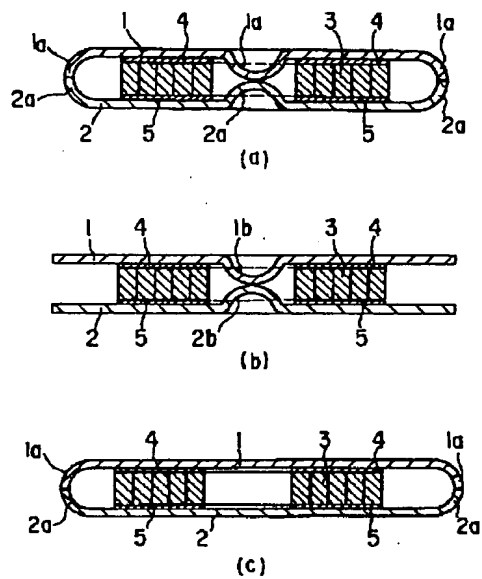
【符号の説明】

- 1…第一の磁性体、
- 1a…折り曲げ部、
- 1b…凹入部、
- 2…第二の磁性体、
- 2a…折り曲げ部、
- 2b…凹入部
- 3…コイル、
- 11…第一の磁性体、
- 12…第二の磁性体、
- 13…コイル、
- 14…絶縁性接着剤、
- 15…磁性体粉末。

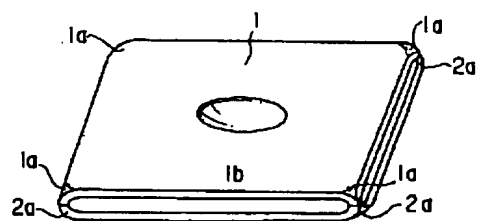
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

